

BATUBARA, SHALE MINYAK, PASIR TAR, DAN HIDRAT GAS

Batubara, minyak shale, dan pasir tar adalah bahan karbon yang bisa menjadi sumber energi dan sumber bahan kimia di masa depan ketika minyak dan gas habis dikonsumsi. Perbandingan H/C dari bahan ini adalah lebih rendah daripada kebanyakan minyak bumi. Sebagai padatan atau semi-padatan, bahan ini tidak mudah ditangani atau digunakan sebagai bahan bakar, dibandingkan minyak bumi. Tambahan lagi, kebanyakan bahan ini memiliki sulfur dan/atau kandungan nitrogen yang tinggi, sehingga memerlukan proses yang lebih banyak. Merubah bahan ini menjadi hidrokarbon cair atau bahan bakar gas sangat mungkin tetapi mahal. Berikut ini adalah diskusi ringkas mengenai bahan ini sebagai energi alternatif dan sumber bahan kimia.

Tabel 1-5
Contoh analisa beberapa minyak bumi

	Arab sangat ringan*	Alameen Mesir	Arab berat	Bakr-9 Mesir
Graviti, °API	38,5	33,4	28,0	20,9
Residu karbon (%-brt)	2,0	5,1	6,8	11,7
Kandungan sulfur (%-brt)	1,1	0,86	2,8	3,8
Kandungan nitrogen (%-brt)	0,04	0,12	0,15	-
Kandungan abu (%-brt)	0,002	0,004	0,012	0,04
Besi (ppm)	0,4	0,0	1,0	-
Nikel (ppm)	0,6	0,0	9,0	108
Vanadium (ppm)	2,2	15	40,0	150
Titik pour (°C)	≈-18	2	-24	13
Kandungan lilin parafin (%-brt)	-	3,3	-	-

* Ali, M. F. dkk., *Hydrocarbon Processing*, Vol. 64, No.2, 1985 hal. 83.

BATUBARA

Batubara adalah batu alam yang bisa-terbakar dan mengandung bahan organik heterogen bersama-sama dengan beragam senyawa inorganik. Kebanyakan cadangan batubara terkonsentrasi di Amerika Utara, Eropa dan Cina.

Batubara dikelompokkan dalam tingkatan berbeda sesuai dengan tingkat perubahan kimia yang terjadi saat proses penguraian sisa tanaman dari periode prasejarah. Secara umum, batubara dengan nilai panas tinggi dan kandungan karbon-tetap yang tinggi diperkirakan mengalami perubahan lebih besar daripada batubara dengan nilai-panas dan kandungan karbon-tetap yang rendah. Sebagai contoh, peat yang dianggap sebagai batubara muda, memiliki kandungan karbon-tetap dan nilai-panas rendah. Tingkat batubara yang penting adalah antracita (yang mengalami paling banyak perubahan kimia dan hampir seluruhnya karbon), batubara bituminous, batubara sub-bituminous, dan lignita. Tabel 1-6 membandingkan analisa beberapa batubara dengan minyak bumi.²³

Selama akhir tahun tujuh puluhan dan awal delapan puluhan, ketika harga minyak naik setelah perang tahun 1973, penelitian mendalam dilakukan untuk merubah batubara menjadi hidrokarbon cair. Namun, hidrokarbon turunan-batubara jauh lebih mahal daripada minyak bumi. Cara lain pemakaian batubara adalah melalui gasifikasi menjadi bahan bakar gas campuran CO dan H₂ (gas BTU medium). Campuran gas ini dapat digunakan sebagai bahan bakar atau sebagai campuran gas sintesa untuk produksi bahan bakar dan bahan kimia melalui jalur sintesa Fischer Tropsch. Proses ini dipakai di Afrika Selatan untuk memproduksi bahan bakar hidrokarbon. Sintesa Fischer Tropsch didiskusikan di Bab 4.

Tabel 1-6
Contoh analisa elemen beberapa batubara dibandingkan dengan minyak bumi²³

	%-Berat					Perbandingan mol H/C
	C	H	S	N	O	
Minyak bumi	84,6	12,8	1,5	0,4	0,5	1,82
Peat	56,8	5,6	0,3	2,7	34,6	1,18
Lignita	68,8	4,9	0,7	1,1	24,5	0,86
Batubara bituminous	81,8	5,6	1,5	1,4	9,7	0,82
Antracita	91,7	3,5	-	-	2,7	0,46

SHALE MINYAK

Shale minyak adalah bebatuan permeabel-rendah yang terbuat dari bahan inorganik yang bercampur dengan bahan organik dengan berat molekul-tinggi yang disebut "Kerogen." Pemanasan bebatuan ini akan menghasilkan suatu bahan seperti minyak dengan struktur yang rumit.

Komposisi shale minyak sangat beragam dari satu shale ke shale yang lain. Sebagai contoh, banyaknya minyak yang didapat dari satu ton endapan shale dari bagian timur A.S. hanya 38 liter, dibandingkan dengan 114 liter dari endapan shale dari bagian barat A.S.

Retorting adalah proses yang dipakai untuk mengubah shale menjadi bahan seperti minyak berberat molekul-tinggi. Pada proses ini, shale yang dihaluskan dipanaskan hingga temperatur tinggi untuk mempirolisa Kerogen. Minyak yang dihasilkan adalah bahan berberat molekul-tinggi dan kental. Pengolahan lebih lanjut diperlukan untuk merubah minyak ini menjadi bahan bakar cair.

Kesulitan paling besar untuk produksi skala-besar adalah pembuangan sisa shale dan besarnya operasi pengangkutan daratnya. Tabel 1-7 merupakan analisa umum dari minyak shale mentah yang dihasilkan dari shale minyak.

PASIR TAR

Pasir tar (pasir minyak) adalah endapan besar pasir jenuh dengan bitumen dan air. Endapan pasir tar umumnya ditemukan di atau dekat permukaan bumi yang terjebak dalam basin sedimen besar. Kumpulan besar endapan pasir tar sangat jarang ditemukan, Sekitar 98% dari pasir tar dunia ditemukan di tujuh endapan tar besar. Sumber pasir minyak di basin sedimen bagian barat Kanada merupakan yang terbesar di dunia. Pada tahun 1997, basin ini menghasilkan 99% dari minyak bumi Kanada. Basin ini diperkirakan berisi 1,7-2,5 trilyun barrel (0,27-0,40 trilyun m³) bitumen. Basin ini adalah salah satu dari endapan hidrokarbon terbesar dunia.²⁴ Endapan pasir tar tertutup oleh suatu bahan semi-terapung dari tanaman yang lapuk-sebagian dengan ketebalan sekitar 6 meter.

Tabel 1-7
Analisa umum shale minyak

Uji	Hasil
Graviti	19,7
Nitrogen, %-brt	2,18
Karbon Conradson, %-brt	4,5
Sulfur, %-brt	0,74
Abu, %-brt	0,06

Pasir tar sangat sulit diolah. Ketika musim panas, pasir ini lunak dan lengket, dan ketika musim dingin berubah menjadi bahan padat dan keras.

Pengambilan bitumennya tidaklah mudah, dan endapan itu bisa ditambang dengan perengkahan jika endapannya dekat permukaan, atau diambil *in situ* jika endapan ada di lapisan lebih dalam. Bitumennya bisa diekstraksi dengan air dan kukus panas dan dengan menambahkan beberapa alkali untuk mendispersikannya. Bitumen yang dihasilkan berupa bahan sangat kental yang memiliki densitas mendekati 1,05 g/cm³. Bitumen ini kemudian diproses secara perengkahan untuk menghasilkan bahan bakar distilat dan kokas. Distilat ini dihidrogenasi menjadi komponen olefinik jenuh. Tabel 1-8 adalah analisa umum bitumen Athabasca.²⁵

HIDRAT GAS

Hidrat gas adalah bahan seperti-es yang terdiri dari molekul metana yang dikelilingi sekelompok molekul air yang saling terikat oleh ikatan hidrogen. Bahan ini yang terbentuk dalam jumlah besar endapan bawah tanah ditemukan di bawah dasar samudra di tepian benua dan di bagian utara lingkaran Artik seperti Siberia. Diperkirakan endapan hidrat gas mengandung dua kali lebih banyak karbon daripada bahan bakar fosil lain di bumi. Sumber ini, jika terbukti layak ditambang, bisa menjadi sumber energi masa depan dan juga sumber bahan kimia untuk petrokimia.

Karena sifat alaminya (suatu bahan yang menjadi padat hanya pada tekanan tinggi dan temperatur rendah), hidrat gas ini tidak dapat diproses dengan cara biasa seperti yang digunakan pada gas alam dan minyak bumi. Satu pendekatan adalah dengan memecah bahan ini menjadi metana dan air dengan menyuntikkan

cairan lebih hangat seperti air laut. Pendekatan lain adalah dengan pengeboran ke dalam deposit. Ini akan mengurangi tekanan dan membebaskan metana dari air. Namun, efek lingkungan dari pengeboran seperti ini masih harus dievaluasi.

Tabel 1-8
Sifat-sifat bitumen Athabasca²⁵

Graviti pada 16°C (60°F)	6,0°API
Faktor karakteristik UOP	11,18
Titik Pour	+10°C (50°F)
Panas spesifik	0,35 cal/(g)(°C)
Nilai kalorifik	41.635 kJ/kg
Viskositas pada 16°C (60°F)	3.000-300.000 poise
Perbandingan karbon/hidrogen	8,1
Komponen, %:	
aspaltena	20,0
resin	25,0
minyak	55,0
Analisa akhir, %:	
karbon	83,6
hidrogen	10,3
sulfur	5,5
nitrogen	0,4
oksigen	0,2
Logam berat, ppm:	
nikel	100
vanadium	250
tembaga	5